

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
26. April 2001 (26.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/28733 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B23K 26/00, B22F 3/105  
(74) Anwalt: TEGEL, Letizia; Effnerstrasse 44-46, 81925 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03723 (81) Bestimmungsstaaten (national): CA, JP, US.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
19. Oktober 2000 (19.10.2000)

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

**Veröffentlicht:**

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist: Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität:  
199 50 376.1 19. Oktober 1999 (19.10.1999) DE

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, 80636 München (DE).

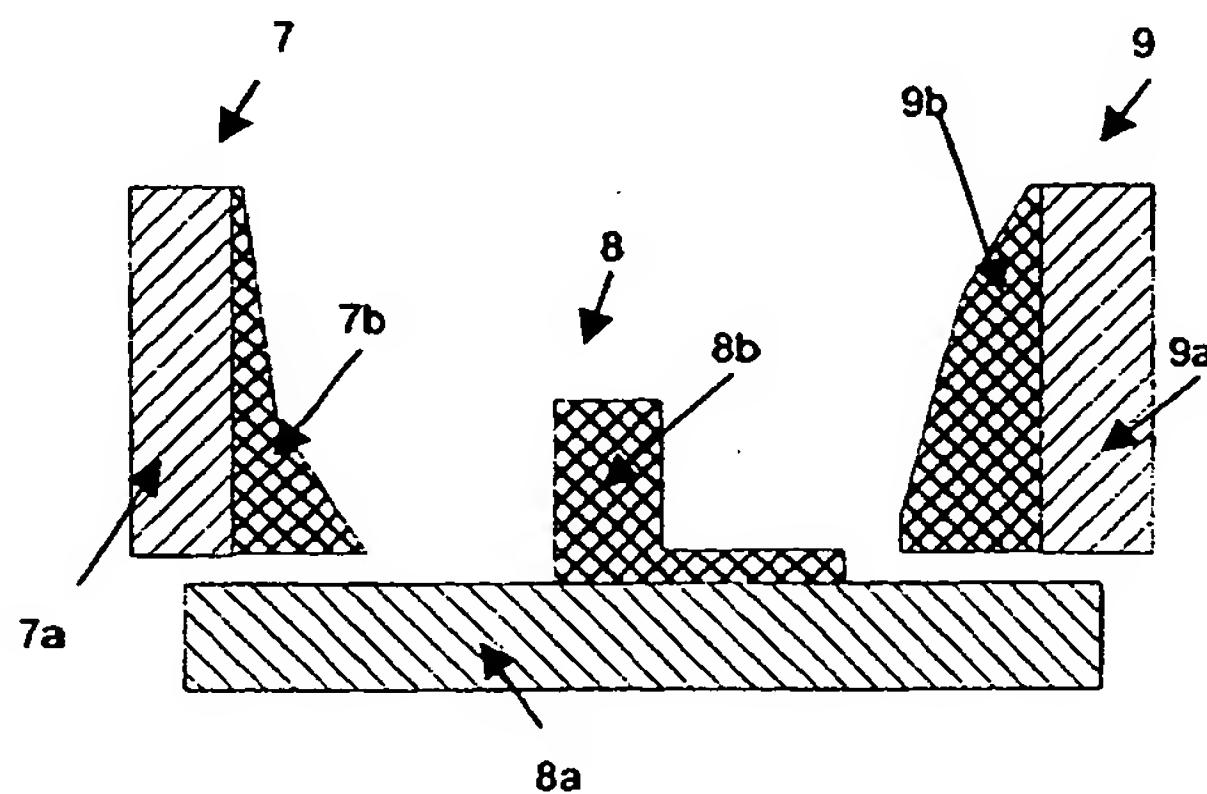
(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LÖFFLER, Holger [DE/DE]; Buntentorsteinweg 92, 28201 Bremen (DE).

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING METALLIC COMPONENTS, ESPECIALLY TOOL INSERTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG METALLISCHER BAUTEILE, INSbesondere WERKZEUGEINSÄTZE



**WO 01/28733 A1**



(57) Abstract: The invention relates to a method with which metallic components, especially tool inserts, are produced. A component (6) designed in a CAD system is firstly divided into individual modules (7, 8, 9) and these modules are produced in such a manner that a base body (7a, 8a, 9a) is then produced and is placed in a laser sintering system, and are produced such that a body (7b, 8b, 9b), which results from the difference between the base body (7a, 8a, 9a) and the final shape (7, 8, 9) of the module, is successively constructed from a powder material using laser sintering methods. A module (7, 8, 9) having the final shape results after the completion of the laser sintering process. The modules (7, 8, 9) produced in the aforementioned manner are assembled to form a component (6).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren beschrieben, bei dem metallische Bauteile, insbesondere Werkzeugeinsätze hergestellt werden. Ein in einem CAD System entworfene Bauteil (6) werden zunächst in einzelne Module (7, 8, 9) zerlegt und diese Module werden so hergestellt, dass zunächst ein Grundkörper (7a, 8a, 9a) hergestellt und in einer Lasersinteranlage angeordnet wird und dass auf dem Grundkörper (7a, 8a, 9a) ein Körper (7b, 8b, 9b), der sich aus der Differenz zwischen dem Grundkörper (7a, 8a, 9a) und der Modulendform (7, 8, 9) ergibt, sukzessiv aus einem Pulvermaterial durch Lasersinterverfahren aufgebaut wird. Nach Abschluss des Lasersinterprozesses entsteht ein die Endform aufweisendes Modul (7, 8, 9). Die so hergestellten Module (7, 8, 9) werden zu einem Bauteil (6) zusammengesetzt.

## VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG METALLISCHER BAUTEILE, INSBESONDERE WERKZEUGEINSÄTZE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von metallischen Bauteilen gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs und die Verwendung dieser Bauteile.

Die Herstellung von Bauteilen mittels Rapid Prototyping ermöglicht den direkten Aufbau eines Modells aus einem 3D-CAD-Datenmodell. Diese Verfahren werden meistens für die Verarbeitung von Kunststoffen ausgelegt. Zur Herstellung metallischer Werkstücke ist das Verfahren des selektiven Lasersinterns entwickelt worden. Dabei wird ein Metallpulver schichtweise gemäß einer gesteuerten Modellvorlage aufgetragen und lokal von einem Laserstrahl versintert und mit der vorhergehenden Schicht verbunden. Der fokussierte Strahl wird dazu von einer Scaneinheit spurweise über die zu belichtenden Bereiche geführt. Das Lasersintern wird neben der Herstellung von Prototypenbauteilen auch für die Herstellung von Werkzeugen für den Spritzguß und Druckguß (Rapid Tooling) eingesetzt. Die geringe Aufbaurate des im Verfahren des Lasersinterns hergestellten Bauteile führt dazu, dass groß dimensionierte Bauteile sich nicht wirtschaftlich fertigen lassen. Ferner ist dieses Verfahren auf Werkstücke mit geringem Volumen beschränkt. Nach der lokalen Erhitzung des Pulvers durch Absorption eines Teils der Laserstrahlung kühlt es wieder ab. Dabei

tritt Volumenkontraktion auf, die zu Zugspannungen in der jeweiligen Schicht führt. Mit zunehmender Bauteilhöhe addieren sich diese Spannungen und das Werkstück verformt sich.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, das es ermöglicht auch großdimensionierte Bauteile wirtschaftlich herzustellen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche stellen vorteilhafte Weiterbildungen dar.

Danach wird ein Bauteil so hergestellt, das zunächst das in einem CAD System entworfene Bauteil in einzelne Module zerlegt wird und diese Module so hergestellt werden, dass zunächst ein Grundkörper hergestellt und in einer Lasersinteranlage angeordnet wird und dass auf einer oder mehreren Flächen des Grundkörpers ein Körper, der sich aus der Differenz zwischen dem Grundkörper und der Modulendform ergibt, sukzessiv aus einem Pulvermaterial durch Lasersinterverfahren aufgebaut wird, so, dass nach Abschluß des Lasersinterprozesses ein die Endform aufweisendes Modul entsteht und dass die so hergestellten Module zu einem Bauteil zusammengesetzt werden.

Vorteilhaft ist, wenn der Grundkörper aus Vollmaterial besteht.

Die nach diesem Verfahren hergestellten Module werden als Module für Werkzeugeinsätze verwendet, die in ein Fertigungswerkzeug eingesetzt werden. So hergestellte Fertigungswerkzeuge können insbesondere für den Kunststoffspritzguß, den Druckguß, das Warmkomprimieren, das Schmiedeverfahren und die Blechumformung eingesetzt werden. Dabei werden die Module, d.h. Grundkörper mit den auf deren einer oder mehreren Flächen durch Lasersintern generierten Körpern zu ei

nem Werkzeugeinsatz montiert, d.h. miteinander verbunden. Die Verbindung ist z.B. eine Schraubverbindung. Die Module können auch zum Werkzeugeinsatz unter gleichzeitigem Einsatz in ein Fertigungswerkzeug montiert werden.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig.1: Schematische Darstellung des Aufbauprozesses eines Moduls

Fig.2: Querschnitt durch ein herzustellendes Bauteil

Fig.3: Darstellung des Aufbauprozesses der Module für das Bauteil nach Fig.2

Fig.4 Darstellung eines modularen Werkzeugeinsatzes

Fig.5 Modularer Werkzeugeinsatz im Fertigungswerkzeug

Zur Durchführung des Verfahrens werden konventionelle lasersinteranlagen eingesetzt. Diese weisen einen Laser, meistens einen CO<sub>2</sub> oder Nd:YAG Laser, eine optische Vorrichtung mit einer Fokussierlinse, einen PC gesteuerten Galvanometer Scanner zur Ablenkung des Laserstrahles, eine Bauplattform auf der die Laserstrahlsinterteile erzeugt werden und eine Dosier- und Beschichtungseinheit, auf. Dabei ist der Ablauf des lasersinterverfahrens wie folgt: auf eine Arbeitsfläche wird eine dünne Pulverschicht aufgebracht und anschließend entsprechend der Schnittebene der Bauteilgeometrie mit einem Laserstrahl belichtet. Sukzessiv wird Schicht für Schicht ein dreidimensionaler Körper aufgebaut. Dazu müssen die in einem CAD-System konstruierten Körper zunächst über eine Schnittstelle in das STL-Datenformat konvertiert werden. Die Körper werden hier durch triangulierte Oberflächen beschrieben. Anschließend werden diese 3D-Daten in Schichten für jede Höhe des Bauteils zerlegt. Typische Schichthöhen sind 0,05 mm - 0,2 mm. Im Bauprozess wird zunächst von einem Abstreifer eine dünne Lage Pulver über eine Plattform verteilt. Der fokussierte Laserstrahl mit einem Durchmesser von 0,2 - 0,5 mm belich-

tet dann die Kontur des Körpers und anschließend mit einem Füllalgorithmus spurweise das Volumen des Bauteils. Durch Absorption der Laserstrahlung werden die Pulverpartikel lokal an- bzw. aufgeschmolzen und bilden je nach zugeführter Energie eine Struktur mit einer Porösität von maximal 40 % bis hin zur vollständigen Verdichtung. Durch die relativ hohen Scangeschwindigkeiten im Vergleich zum Strahldurchmesser, ist die Dauer der lokalen Wärmezufuhr nur im Bereich von einigen Millisekunden. Der Wärmetransport innerhalb der Schicht findet durch Strahlung, Konvektion und Wärmeleitung statt. Die Eigenschaften hinsichtlich Wärmeübertragung sowohl des Pulvers als auch der Atmosphäre beeinflussen dabei die Ausbildung des Temperaturprofils. Die minimale Wandstärke ist etwas größer als der Fokussdurchmesser, da durch Wärmeleitung auch die Bereiche in unmittelbarer Nähe des Laserstrahls über die Aktivierungsgrenze hinaus erhitzt werden.

In Fig.1 ist schematisch der Aufbauprozess eines Lasersinterkörpers 1,2 auf einem Grundkörper 3,4 dargestellt. Die Grundkörper 3,4 werden durch Fräsen in verschiedenen Größenabstufungen in Serie vorgefertigt. Sie lassen sich auf diese Weise hochpräzise kostengünstig herstellen, da nur eine geringes Zerspanvolumen erforderlich ist. Der Konstrukteur wählt aus dem Sortiment der zur Verfügung stehenden Grundkörpern die geeignetesten Größen aus und paßt sie in die erforderliche CAD-Geometrie, die sich nach dem herzustellenden Werkzeug richtet, ein. Durch Subtraktion der Geometrie des Grundkörpers 3,4 von der Geometrie des fertigen Moduls wird die durch Lasersintern aufzubringende Struktur 1,2 ermittelt. Die Daten werden fertigungstechnisch aufbereitet und anschließend die Grundkörper 3,4 auf der Bauplattform 5 der Laserinteranlage plaziert. Der Bauprozess wird gestartet und

die die spätere Modulkontur ergebende Geometrie durch Lasersintern erzeugt.

In Fig.2 ist ein Bauteil/Werkzeug 6 dargestellt, welches mittels der hergestellten Module hergestellt werden soll.

Dazu werden, wie in Fig.3 dargestellt, drei Module 7,8,9, hergestellt. Jedes Modul 7,8,9, besteht aus einem Grundkörper 7a,8a,9a und einem auf diesem im Lasersinterprozess aufgebauten Körper 7b,8b,9b. Die Körper 7b,8b,9b ergeben sich, wie bereits oben beschrieben, aus der Differenz zwischen der Modulkontur 7,8,9 und dem Grundkörper 7a,8a,9a. Die Oberflächen der so hergestellten Module 7,8,9 werden nach dem Lasersinterprozess gefinisht. Die Module 7,8,9 werden vorzugsweise für ein Kunststoff Druck- oder Spritzgußwerkzeugeinsatz 10 eingesetzt, wie in Fig.4 dargestellt. Dazu werden vorher beim CNC-Fräsen in den Grundkörpern 7a,8a,9a Innengewinde vorgesehen, und die Grundkörper 7a,8a,9a miteinander durch eine Schraubverbindung 12 verbunden. Dadurch entsteht ein Werkzeugeinsatz 10, welches anschließend in ein Fertigungswerkzeug 11 eingesetzt wird. Vorzugsweise ist eine Schraubverbindung 13 vorgesehen. Die Fugen an den Nahtstellen der Module werden mit einer Dichtmasse geschlossen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung metallischer Bauteile, insbesondere Werkzeugeinsätze, dadurch gekennzeichnet, dass das in einem CAD System entworfene Bauteil (6) zunächst in einzelne Module (7, 8, 9) zerlegt wird und diese Module so hergestellt werden, dass zunächst ein Grundkörper (7a, 8a, 9a) hergestellt und in einer Lasersinteranlage angeordnet wird und dass auf dem Grundkörper (7a, 8a, 9a) ein Körper (7b, 8b, 9b), der sich aus der Differenz zwischen dem Grundkörper (7a, 8a, 9a) und der Modulendform (7, 8, 9) ergibt, sukzessiv aus einem Pulvermaterial durch Lasersinterverfahren aufgebaut wird, so, dass nach Abschluß des Lasersinterprozesses ein die Endform aufweisendes Modul (7, 8, 9) entsteht und dass die so hergestellten Module (7, 8, 9) zu einem Bauteil (6) zusammengesetzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil (6) als Werkzeugeinsatz (10) in ein Fertigungswerkzeug (11) eingesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (7a, 8a, 9a) aus Vollmaterial besteht.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Module (7, 8, 9) zunächst miteinander zu einem Werkzeugeinsatz (10) und dann mit einem Fertigungswerkzeug (11) oder gleichzeitig miteinander und mit einem Fertigungswerkzeug (11), verbunden werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung eine Schraubverbindung (12, 13) ist.

1 / 4

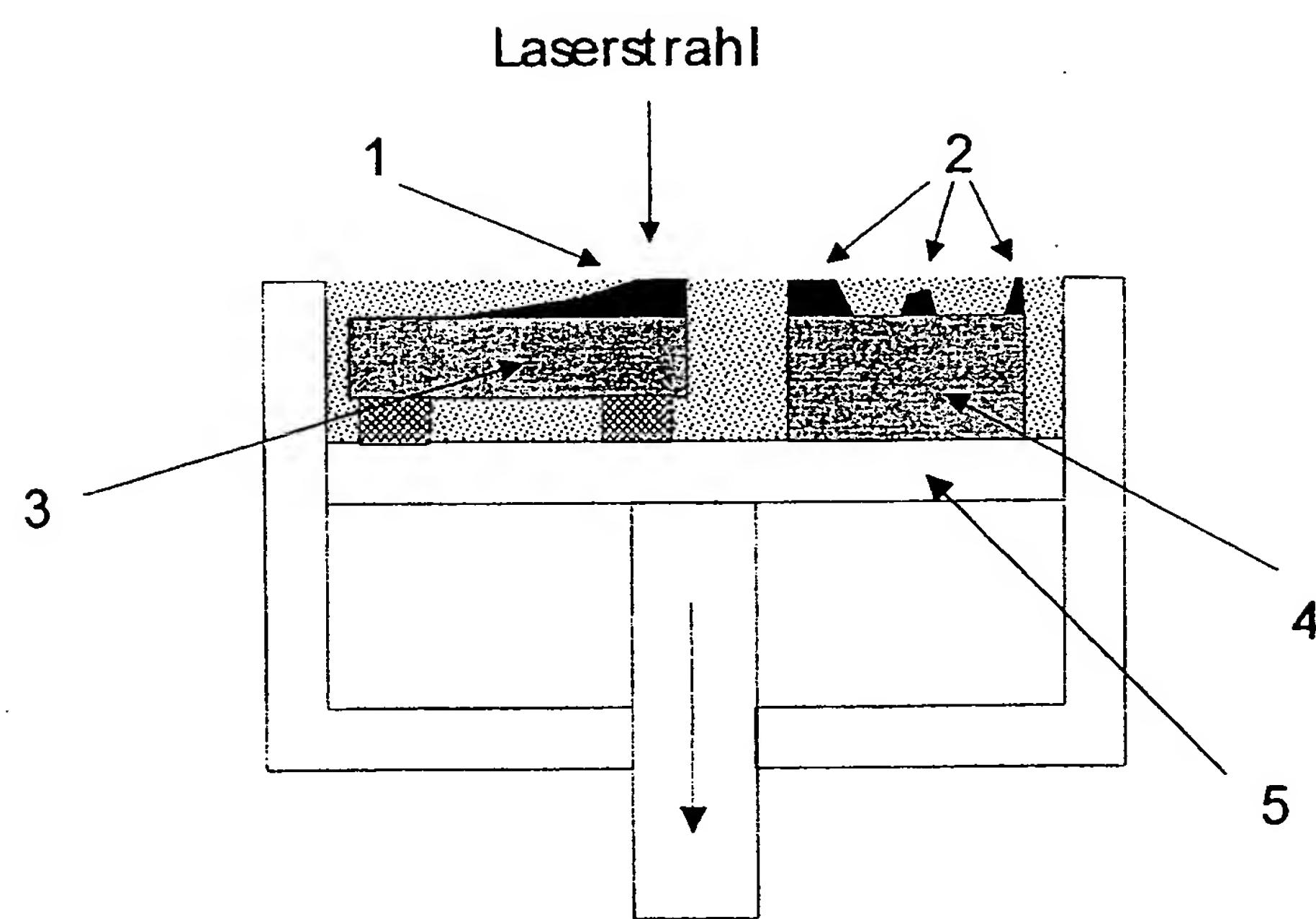


Fig. 1

**ERSATZBLATT (REGEL 26)**

2 / 4

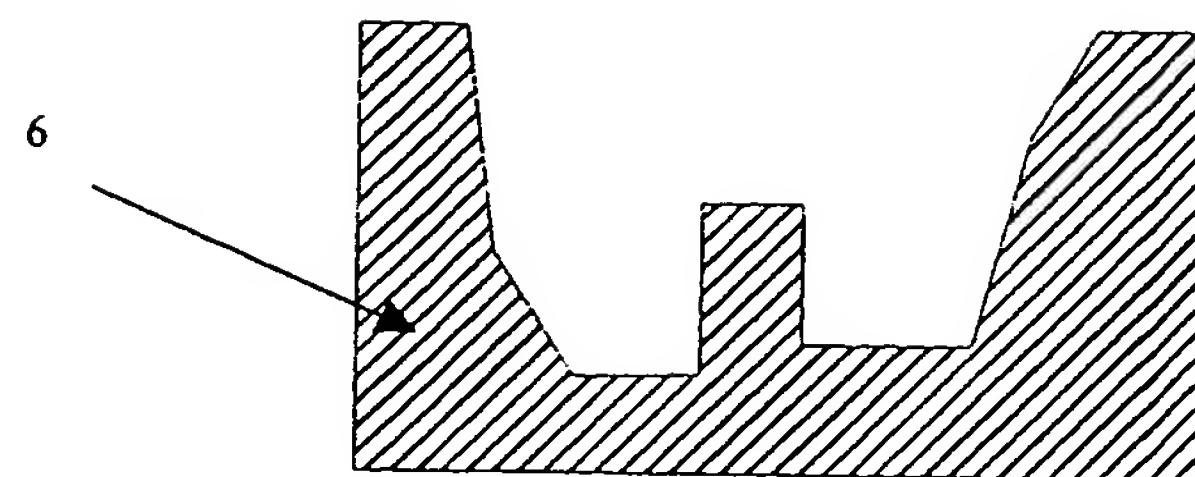


Fig. 2

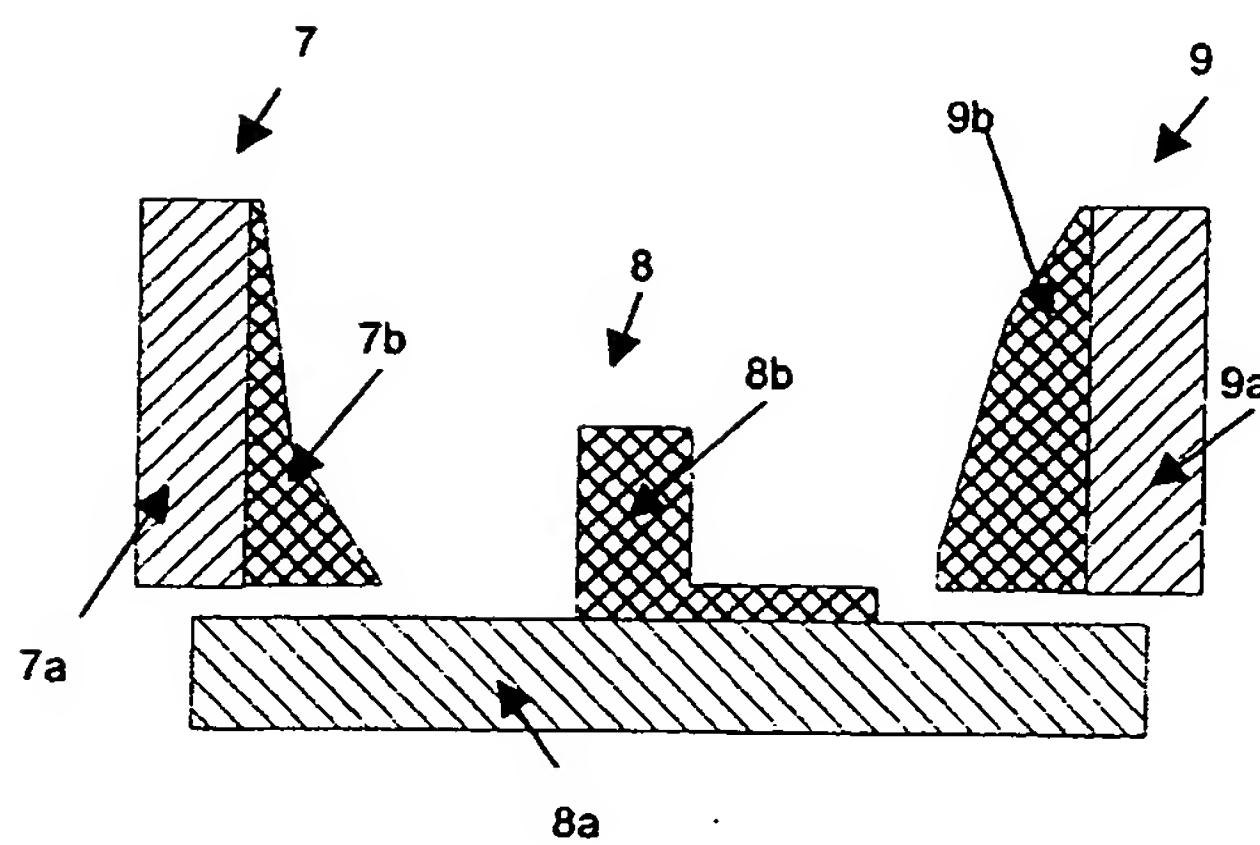


Fig. 3

**ERSATZBLATT (REGEL 26)**

3 / 4

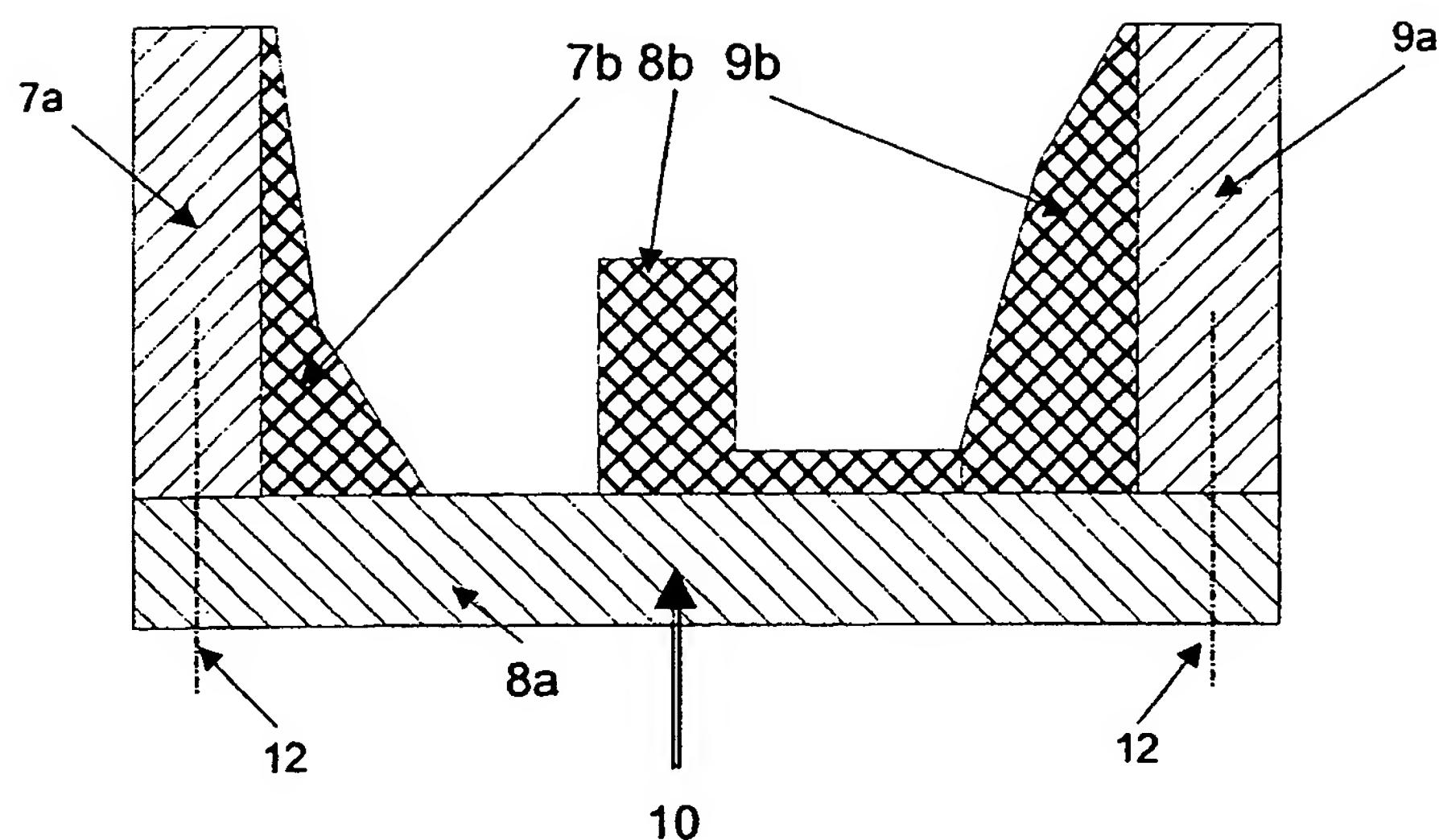


Fig. 4

**ERSATZBLATT (REGEL 26)**

4 / 4

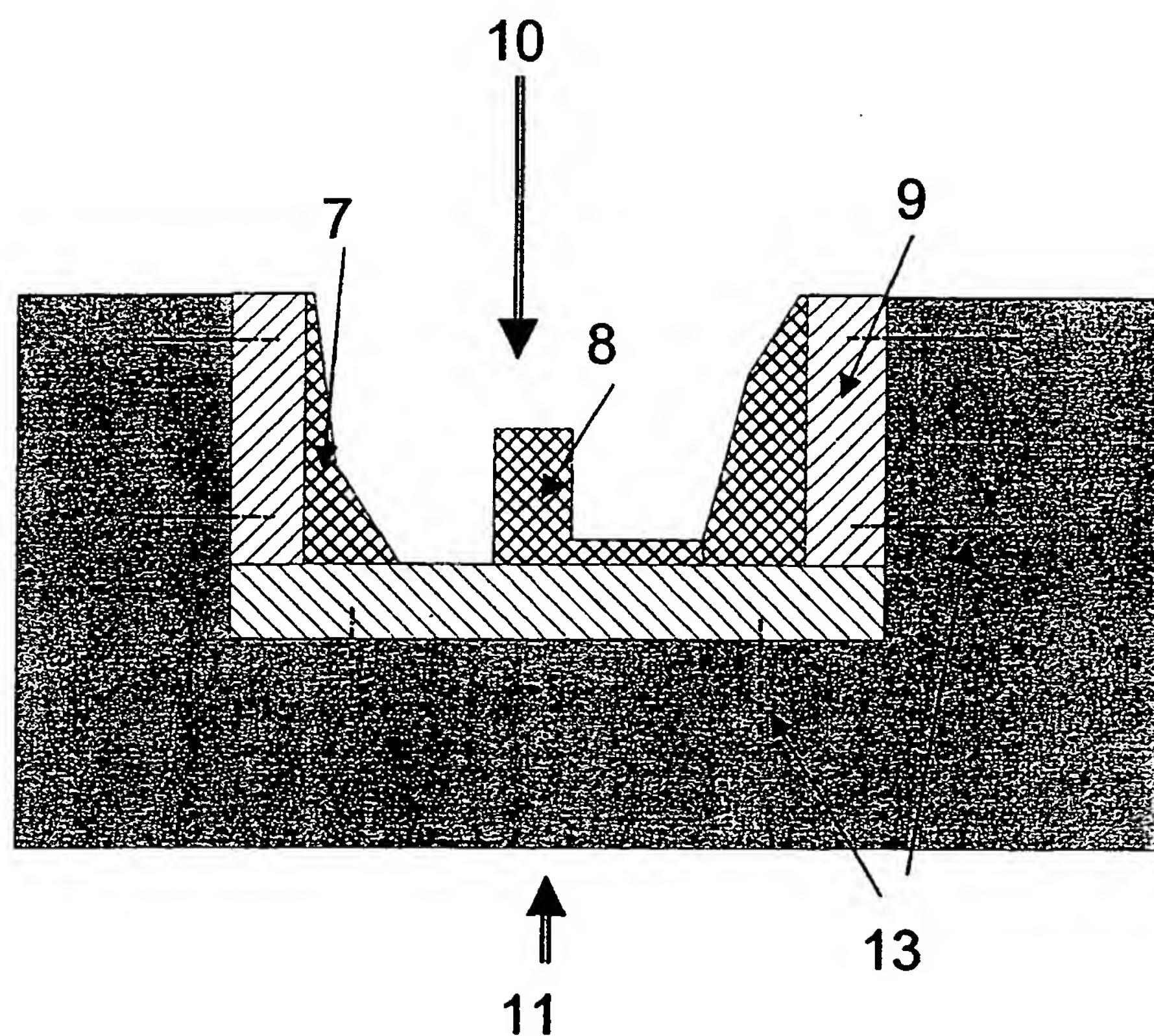


Fig. 5

ERSATZBLATT (REGEL 26)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. J Application No

PCT/DE 00/03723

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B23K26/00 B22F3/105

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23K B22F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 49 865 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 12 February 1998 (1998-02-12) the whole document ---	1-5
A	US 5 173 220 A (REIFF DAVID E ET AL) 22 December 1992 (1992-12-22) the whole document -----	1-5

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 March 2001

Date of mailing of the international search report

23/03/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cabuet, J-S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/03723

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19649865 C	12-02-1998	WO 9824574 A EP 0946325 A	11-06-1998 06-10-1999
US 5173220 A	22-12-1992	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. Jes Aktenzeichen

PCT/DE 00/03723

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B23K26/00 B22F3/105

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 B23K B22F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 49 865 C (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 12. Februar 1998 (1998-02-12) das ganze Dokument ----	1-5
A	US 5 173 220 A (REIFF DAVID E ET AL) 22. Dezember 1992 (1992-12-22) das ganze Dokument ----	1-5

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsatum veröffentlicht worden ist
- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16. März 2001

23/03/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Cabut, J-S

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Nr. Altenzeichen

PCT/DE 00/03723

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19649865 C	12-02-1998	WO 9824574 A EP 0946325 A	11-06-1998 06-10-1999
US 5173220 A	22-12-1992	KEINE	

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentamtlie) (Juli 1992)